

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



<p>(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H02K 41/03</p>	<p>A1</p>	<p>(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/27940</p> <p>(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 12. September 1996 (12.09.96)</p>														
<table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/00863</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 1996 (01.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">195 07 489.0</td> <td style="width: 30%;">3. März 1995 (03.03.95)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>195 07 490.4</td> <td>3. März 1995 (03.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>195 11 434.5</td> <td>29. März 1995 (29.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>295 18 104.4</td> <td>15. November 1995 (15.11.95)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: STROTHMANN, Rolf [DE/DE]; Kobenhüttenweg 49, D-66123 Saarbrücken (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STROTHMANN, Thomas [DE/DE]; Noldestrasse 3, D-49134 Wallenhorst (DE).</p> <p>(74) Anwalt: BERNHARDT, Winfrid; Kobenhüttenweg 43, D-66123 Saarbrücken (DE).</p> </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KP, KR, NZ, SI, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p> </td> </tr> </table>			<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/00863</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 1996 (01.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">195 07 489.0</td> <td style="width: 30%;">3. März 1995 (03.03.95)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>195 07 490.4</td> <td>3. März 1995 (03.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>195 11 434.5</td> <td>29. März 1995 (29.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>295 18 104.4</td> <td>15. November 1995 (15.11.95)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: STROTHMANN, Rolf [DE/DE]; Kobenhüttenweg 49, D-66123 Saarbrücken (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STROTHMANN, Thomas [DE/DE]; Noldestrasse 3, D-49134 Wallenhorst (DE).</p> <p>(74) Anwalt: BERNHARDT, Winfrid; Kobenhüttenweg 43, D-66123 Saarbrücken (DE).</p>	195 07 489.0	3. März 1995 (03.03.95)	DE	195 07 490.4	3. März 1995 (03.03.95)	DE	195 11 434.5	29. März 1995 (29.03.95)	DE	295 18 104.4	15. November 1995 (15.11.95)	DE	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KP, KR, NZ, SI, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>
<p>(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP96/00863</p> <p>(22) Internationales Anmeldedatum: 1. März 1996 (01.03.96)</p> <p>(30) Prioritätsdaten:</p> <table style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">195 07 489.0</td> <td style="width: 30%;">3. März 1995 (03.03.95)</td> <td style="width: 40%;">DE</td> </tr> <tr> <td>195 07 490.4</td> <td>3. März 1995 (03.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>195 11 434.5</td> <td>29. März 1995 (29.03.95)</td> <td>DE</td> </tr> <tr> <td>295 18 104.4</td> <td>15. November 1995 (15.11.95)</td> <td>DE</td> </tr> </table> <p>(71)(72) Anmelder und Erfinder: STROTHMANN, Rolf [DE/DE]; Kobenhüttenweg 49, D-66123 Saarbrücken (DE).</p> <p>(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): STROTHMANN, Thomas [DE/DE]; Noldestrasse 3, D-49134 Wallenhorst (DE).</p> <p>(74) Anwalt: BERNHARDT, Winfrid; Kobenhüttenweg 43, D-66123 Saarbrücken (DE).</p>	195 07 489.0	3. März 1995 (03.03.95)	DE	195 07 490.4	3. März 1995 (03.03.95)	DE	195 11 434.5	29. März 1995 (29.03.95)	DE	295 18 104.4	15. November 1995 (15.11.95)	DE	<p>(81) Bestimmungsstaaten: AU, BR, CA, CN, CZ, HU, JP, KP, KR, NZ, SI, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).</p> <p>Veröffentlicht Mit internationalem Recherchenbericht.</p>			
195 07 489.0	3. März 1995 (03.03.95)	DE														
195 07 490.4	3. März 1995 (03.03.95)	DE														
195 11 434.5	29. März 1995 (29.03.95)	DE														
295 18 104.4	15. November 1995 (15.11.95)	DE														
<p>(54) Title: ELECTRIC MACHINE</p> <p>(54) Bezeichnung: ELEKTRISCHE MASCHINE</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <p>(57) Abstract</p> <p>An electric machine has a separately excited rotor arrangement (1) that generates magnetic fields that follow each other in the direction of displacement (3) of the rotor and that correspond each to a whole magnetic period. The electric machine further has stator poles (5) that follow each other along the rotor arrangement and is characterised in that a non-integral number of stator poles corresponds to each magnetic period. The variable offset between the magnetic field periods and the stator poles caused by their difference is at least partially compensated by correspondingly offsetting in time the stator pole winding supply. For that purpose, circuits generate additional supply voltage phases from a multiple phase supply voltage. The circuits are obtained by appropriately connecting the stator pole windings, for example star-connected and/or delta-connected circuits are used to generate additional phases from a three-phase supply voltage.</p> <p>(57) Zusammenfassung</p> <p>Eine elektrische Maschine mit einer fremderregten Läuferanordnung (1) für die Erzeugung von in der Läuferbewegungsrichtung (3) aufeinanderfolgenden, jeweils ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfeldern, und mit entlang der Läuferanordnung aufeinanderfolgend angeordneten Statorpolen (5) ist dadurch charakterisiert, daß auf eine magnetische Periode eine von einer ganzen Zahl abweichende Zahl von Statorpolen entfällt. Ein durch die Abweichung bedingter, variierender Versatz zwischen den Magnetfeldperioden und den Statorpolen ist wenigstens teilweise durch eine entsprechend zeitversetzte Speisung der Statorpolwicklungen ausgeglichen. Zur zeitversetzten Speisung sind Schaltungen zur Erzeugung weiterer Speisespannungsphasen aus einer mehrphasigen Speisespannung vorgesehen. Die Schaltungen sind durch geeignete Verschaltung von Statorpolwicklungen gebildet, z.B. sind Stern- oder/und Dreiecksschaltungen umfassende Verschaltungen zur Erzeugung weiterer Phasen aus einer dreiphasigen Speisespannung vorgesehen.</p>																

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung:"Elektrische Maschine"

Die vorliegende Erfindung betrifft eine elektrische Maschine mit einer fremderregten Läuferordnung für die Erzeugung von in der Läuferbewegungsrichtung aufeinanderfolgenden, jeweils ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfeldern und mit entlang der Läuferanordnung aufeinanderfolgend angeordneten Statorpolen.

Es sind derartige elektrische Maschinen mit einem fremderregten Läufer (oder Stator, in diesem Fall sind die Begriffe Läufer und Stator sinngemäß austauschbar) bekannt, bei welchen die den ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfelder durch einzelne, voneinander getrennte Pole, einem Nord- und Südpol (je magnetischer Periode) gebildet sind. Entsprechend der Anzahl der durch die Läuferpolpaare gebildeten Magnetfelder sind hinsichtlich Anordnung und Anzahl der Statorpole übereinstimmende Statorpolsätze vorgesehen, so daß sich unter jedem Läuferpolpaar übereinstimmende Anordnungen von Statorpolen befinden. Für die Läuferpole können z.B. Permanentmagneten verwendet werden.

Bedingt durch Streufluß und insbesondere die Lücken zwischen den Läuferpolen bildet sich bei derartigen Maschinen ein solches Läuferfeld aus, daß bei einer Bewegung des Läufers gegen den Stator eine nicht lineare Variation der an den Läuferpolen ansetzenden, von der Summe der an den Polen herrschenden Feldbeträge abhängigen Kräfte ergibt. Letztlich resultiert daraus ein Eigenrastverhalten, d.h. es tritt ein Selbsthaltungsmoment (auch Rastmoment oder Cogging genannt) auf. Besonders ausgeprägt ist dieses Eigenrastverhalten in langsamen Leerlauf. Dieser Effekt tritt insbesondere deshalb auf, weil sich durch die stets gleichen Verhältnisse innerhalb der einzelnen magnetischen Perioden des Läuferfeldes die sich nicht linear ändernden Kräfte über die

Gesamtlänge des Stators bzw. Läufers addieren. In Verbindung mit dem Eigenrastverhalten ergeben sich weitere Nachteile solcher Maschinen wie unruhiger Lauf, Vibrationen, die Notwendigkeit des Betriebs der Maschinen mit Mindestdrehzahlen usw..

Da hinsichtlich Variationen der Form von Stator und Läuferpolen enge Grenzen gesetzt sind, ist eine Reduzierung des Selbsthaltemoments nur mit Hilfe von Pol- oder Blechpaketschränkungen, Vergrößerungen des Luftspalts oder durch eine spezielle Ausbildung der Polkopfform möglich. Durch die genannten Maßnahmen werden jedoch die Betriebsparameter der Maschine beeinträchtigt, so daß eine durch solche Maßnahmen in ihrem Eigenrastverhalten verbesserte Maschine einen ungünstigen Kompromiß darstellt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine elektrische Maschine der eingangs erwähnten Art zu schaffen, deren Selbsthaltemoment eliminiert oder wenigstens reduziert ist.

Gemäß einer ersten erfindungsgemäßen Lösung dieser Aufgabe ist eine elektrische Maschine vorgesehen, die dadurch gekennzeichnet ist, daß auf eine magnetische Periode eine von einer ganzen Zahl abweichende Zahl von Statorpolen entfällt.

Entsprechend dieser Erfindungslösung ergeben sich unterschiedliche Anordnungen von Statorpolen relativ zu den einzelnen, ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfeldern, so daß sich nicht linear verändernde, an den Läuferpolen ansetzende Kräfte, die zu einem Selbsthaltemoment führen könnten, sich nicht unter Vervielfachung über die Stator- bzw. Läuferlänge addieren, sondern unter Reduzierung bzw. Eliminierung des Selbsthaltemoments gegenseitig aufheben. Entsprechend der von einer ganzen Zahl abweichenden, auf eine magnetische Periode entfallenden Zahl von Statorpolen ergibt sich ein variierender Versatz zwischen den einzelnen, den ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfeldern und den diesen gegenüber angeordneten Statorpolen, so daß an den verschiedenen Läuferpolen unterschiedlich ausgerichtete Kräfte angreifen, die sich über die Länge bzw. den Umfang des Stators oder Läufers ausmitteln können.

Entsprechend der Abweichung von der ganzen Zahl ist eine Periodizität in der räumlichen Anordnung der Statorpole relativ zu den Magnetfeldperioden innerhalb der Läufer bzw. Statorlänge vermieden. Damit treten keinerlei Wiederholungen in den räumlichen

Relationen zwischen den Magnetfeldern und Statorpolen auf, so daß kein Rast-momente verstärkender Additionseffekt auftreten kann.

Vorteilhaft kann bei der Konstruktion der erfindungsgemäßen elektrischen Maschine vollständig auf Standardmaterialien und -bauteile zurückgegriffen werden.

In einer vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist eine zeitversetzte Speisung der Statorpole zum Ausgleich des durch das Abweichen der auf eine Magnetfeldperiode entfallenden Zahl von Statorpolen von einer ganzen Zahl bedingten variierenden räumlichen Versatzes zwischen den Magnetfeldern und den Statorpolen vorgesehen. Durch diese Maßnahme werden Beeinträchtigungen der Motorleistung ausgeglichen, indem durch die den Versatz berücksichtigende zeitversetzte Speisung dafür gesorgt wird, daß die Statorpole eine von ihrem Versatz weitgehend unabhängigen Beitrag zu der das Motordrehmoment erzeugenden Gesamtkraft liefern.

Eine weitere, die obengenannte Aufgabe lösende elektrische Maschine nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, daß die aufeinanderfolgenden, jeweils einer ganzen magnetischen Periode entsprechenden Magnetfelder durch abwechselnd einen magnetischen Nord- und Südpol aufweisende Permanentmagnetabschnitte gebildet sind, wobei zwischen den Permanentmagnetabschnitten Trennspalte vorgesehen sind, die mit abwechselnd entgegengesetztem Neigungswinkel schräg zur Läuferbewegungsrichtung verlaufen.

Auch durch diese erfindungsgemäße Lösung wird ein Mittelungseffekt erzielt, in dem sich bedingt durch die Verläufe der Trennspalte Kraftbeträge, durch die ein Haltemoment gebildet werden könnte, gegenseitig wenigstens teilweise aufheben.

In vorteilhafter Ausgestaltung dieser weiteren erfindungsgemäßen Lösung ist vorgesehen, daß die Trennspalte Teile eines einzigen durchgehenden Trennspalts sind, durch den sich in Bewegungsrichtung durchgehend erstreckende, die Permanentmagnetabschnitte enthaltende Magnetkörper voneinander getrennt werden, wobei einer der Magnetkörper die Magnetelemente für die Nordpole und der andere die Magnetelemente für die Südpole umfaßt. Insbesondere kann der durchgehende Trennspalt in der Form einer Sinuskurve ausgebildet sein. Durch diesen durchgehenden Trennspalt werden Unstetigkeiten im Feldverlauf zwischen den entgegengesetzten Polen geeignet ausgeglichen, was zu einer weiteren Reduzierung des Selbsthaltemoments beiträgt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungsmöglichkeiten der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen hervor.

Die Erfindung soll nun anhand von Ausführungsbeispielen und der beiliegenden, sich auf diese Ausführungsbeispiele beziehenden Zeichnungen näher erläutert und beschrieben werden.

Es zeigen:

- Fig. 1 ein erstes Ausführungsbeispiel für die vorliegende Erfindung,
- Fig. 2 eine das erste Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 1 erläuternde Darstellung einer elektrischen Maschine mit übereinstimmenden Anzahlen von Läuferpolpaaren und Statorpolsätzen,
- Fig. 3 das Ausführungsbeispiel von Fig. 1 in einer zu der Ansicht von Fig. 1 senkrechten Betrachtungsrichtung (ausgeschnitten),
- Fig. 4 ein zweites Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße elektrische Maschine,
- Fig. 5 ein drittes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße elektrische Maschine,
- Fig. 6 das Ausführungsbeispiel von Fig. 5 in einer Ansicht gemäß der Schnittlinie I-I von Fig. 5 und
- Fig. 7 ein viertes Ausführungsbeispiel für eine erfindungsgemäße elektrische Maschine.

Mit dem Bezugszeichen 1 ist in den Fig. 1 bis 3 ein Läufer einer Elektromaschine bezeichnet. Der Läufer enthält Permanentmagnete 2. Die Permanentmagnete 2 sind entsprechend Bewegungsrichtungen des Läufers, die durch einen Doppelpfeil 3 gekennzeichnet sind, mit konstantem Zwischenabstand aneinandergereiht. Den Nord- und Südpolen 2 des Läufers 1 gegenüberliegend ist ein Stator 4 angeordnet, welcher Statorpole 5 aufweist, die in den Bewegungsrichtungen des Läufers 1 mit konstantem Zwischenabstand aneinandergereiht sind. Die Statorpole 5 sind mit in den Fig. 1 bis 3 nicht gezeigten Statorwicklungen versehen.

Zur Vereinfachung ist in den Fig. 1 bis 3 eine Linearmaschine dargestellt. Die Darstellungen können aber auch als Abwicklung des Läufers und Stators einer Rotationsmaschine angesehen werden. Gemäß dem in der Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel weist die elektrische Maschine insgesamt zwanzig Permanentmagnete zur Bildung von zehn, jeweils einen magnetischen Nord- und Südpol enthaltenden Läuferpolpaaren auf.

Den zehn, jeweils eine Magnetfeldperiode bildenden Läuferpolpaaren stehen insgesamt siebenundzwanzig Statorpole gegenüber, so daß auf ein Läuferpolpaar die nicht ganze Zahl 2,7 von Statorpolen entfällt. In der Darstellung gemäß Fig. 2 enthält der Läufer neun Läuferpolpaare. Hier beträgt die Zahl der auf ein Läuferpolpaar entfallenden Statorpole 3.

Wie aus einem Vergleich der Fig. 1 und 2 ersichtlich ist, ergibt sich bei ganzzahligem Quotienten aus der Zahl der Statorpole und der Zahl der Läuferpolpaare eine sich über die Länge des Stators bzw. Läufers wiederholende räumliche Beziehung zwischen Statorpolen und Läuferpolpaaren, während bei dem von der geraden Zahl abweichenden Quotienten ein sich von Statorpol zu Statorpol ändernder Versatz zwischen den Statorpolen und Permanentmagneten auftritt. In dem in Fig. 1 gezeigten Ausführungsbeispiel ergibt sich daher innerhalb der Statorlänge keine periodisch wiederkehrende räumliche Relationsbeziehung zwischen Permanentmagneten und Statorpolen.

Die Speisung der Statorpole des in den Fig. 1 und 3 gezeigten Ausführungsbeispiels einer elektrischen Maschine erfolgt mittels einer dreiphasigen Speisewechselspannung, wobei an den Windungen der mit dem Buchstaben R bezeichneten Statorpole eine 0° -Phase, an den Windungen der mit S bezeichneten Statorpole eine 120° -Phase und an den Windungen der mit T bezeichneten Statorpole eine 240° -Phase der Speisewechselspannung anliegt. Die Windungen der mit R', S' und T' bezeichneten Statorpole sind in eine Verpolungsschaltung, im einfachsten Fall mittels einfacher Verpolung, derart eingebunden, daß sich aus den drei genannten Phasen für diese Windungen weitere Phasen ergeben, wobei an den Windungen der mit T' bezeichneten Statorpole eine 60° -Phase, an den Windungen der mit R' bezeichneten Statorpole eine 180° -Phase und an den Windungen der mit S' bezeichneten Pole eine 300° -Phase liegt. Damit stehen zur Speisung aller Statorpole insgesamt sechs verschiedene Phasen mit gegenüber der dreiphasigen Speisewechselspannung halbierten Phasensprüngen zur Verfügung.

Beim Betrieb der in den Fig. 1 und 3 gezeigten elektrischen Maschine sorgt der variierende Versatz der Statorpole gegen die Läuferpaare dafür, daß sich solche an den jeweiligen Läuferpolen ansetzenden Kräfte, die zu einem Selbsthaltemoment führen würden, ausmitteln. Bei der in Fig. 2 gezeigten Maschine, in der sich die gleiche räumliche Relationsbeziehung zwischen Läufer- und Statorpolen nach jeweils drei Statorpolen wiederholt, wirken dagegen sämtliche Kräfte im gleichen Sinn, und es wird ein Selbsthaltemoment erzeugt.

Durch den variierenden Versatz der Statorpole gegen die Läuferpole kommt es andererseits dazu, daß die Polphasen der dreiphasigen Speisespannung nach einer gewissen Stator- bzw. Läuferlänge nicht mehr den jeweiligen räumlichen Positionen der Statorpole innerhalb der gerade durchlaufenen magnetischen Perioden angepaßt wären, denn die ähnliche Position der Statorpole innerhalb der magnetischen Perioden ist maßgebend für den die Wicklungen auf den Statorpolen durchsetzenden Flußverlauf und über dessen Ableitung nach der Zeit auch maßgebend für den Spannungsverlauf in den Wicklungen.

Hier wird ein Ausgleich dadurch geschaffen, daß durch geeignete Verschaltung der in Sternschaltung angeordneten Wicklungen der Statorpole ein Teil der Statorpole mit Phasen gespeist werden, die gegen die Phasen der dreiphasigen Speisewechselspannung um jeweils 60° versetzt sind. Damit stehen gegenüber den nur drei primären Phasen der Speisewechselspannung Phasen in feinerer Abstimmung zur Verfügung, die geeignet sind, den variierenden Versatz der Statorpole gegen die Läuferpole so auszugleichen, daß über die Länge des Läufers annähernd gleichverteilt das Motordrehmoment erzeugende, an den Läuferpolen ansetzende Kräfte entstehen, so daß der Lauf der Maschine trotz des beschriebenen Versatzes der Pole nicht beeinträchtigt ist. Die sich bei dem in den Fig. 1 und 3 gezeigten Ausführungsbeispiel nur noch ergebenden Fehlwinkel gehen aus der nachfolgenden Tabelle hervor:

6 Phasen, 27 Statorpole, 10 Rotorpolpaare bzw. 20 Rotorpole

Darstellung stationärer Zustand, Statorpol 1 = 0° = Referenzphase R

Alle Winkel in Grad

Statorpol	mech. Winkel	elek. Winkel	Phase	Fehlwinkel
1	0.000	0.000	R	0.000
2	13.333	133.333	S	13.333
3	26.667	266.667	T	26.667
4	40.000	40.000	R	40.000
5	53.333	173.333	S	53.333
6	66.667	306.667	S'	6.667
7	80.000	80.000	T'	20.000
8	93.333	213.333	R'	33.333
9	106.667	346.667	S'	46.667
10	120.000	120.000	S	0.000
11	133.333	253.333	T	13.333
12	146.667	26.667	R	26.667
13	160.000	160.000	S	40.000
14	173.333	293.333	T	53.333
15	186.667	66.667	T'	6.667
16	200.000	200.000	R'	20.000

17	213.333	333.333	S'	33.333
18	226.667	106.667	T'	46.667
19	240.000	240.000	T	0.000
20	253.333	13.333	R	13.333
21	266.667	146.667	S	26.667
22	280.000	280.000	T	40.000
23	293.333	53.333	R	53.333
24	306.667	186.667	R'	6.667
25	320.000	320.000	S'	20.000
26	333.333	93.333	T'	33.333
27	346.667	226.667	R'	46.667

Wie der Tabelle entnommen werden kann, wird der maximal mögliche Winkelfehler von 60° bei dem betreffenden Ausführungsbeispiel nicht erreicht.

Weitere Reduzierungen der in der Tabelle angegebenen Fehlwinkel sind möglich, indem die Maschine mit einer kombinierten Bewicklung versehen wird. Im vorliegenden Beispiel eines Drei-Phasen-Systems können beispielsweise die bekannten Stern- und Dreieckschaltungen gemeinsam verwandt werden. In der Dreieckschaltung ist die Wicklungsspannung die verkettete Strangspannung, d.h. Differenzspannung zweier Phasen. Dadurch entsteht neben einer betragsmäßig größeren Wicklungsspannung aber auch ein Phasenversatz von 30° zum Sternsystem. Zusammen mit der obigen Sternschaltung können daher insgesamt zwölf Phasen erzeugt werden, d.h. der maximale elektrische Winkelfehler bei Verwendung dieses Systems reduziert sich auf 30 bzw. $\pm 15^\circ$. Die geeignete Verschaltung wird gefunden, indem zum Versatz eines Statorpols die jeweils am besten passende Phase, d.h. die Phase mit der geringsten Phasenabweichung ausgewählt wird. Bei der Bewicklung ist lediglich darauf zu achten, daß selbst nur geringfügig elektrisch in der Phase versetzte Wicklungen nicht parallel, sondern in Reihe geschaltet werden, da sonst erhebliche Ausgleichsströme fließen würden. Sind innerhalb der jeweiligen Phase mehrere dieser elektrisch versetzten Wicklungen beteiligt, so führt dies zudem zu einer wünschenswerten Betonung der Sinusgrundwelle der Summenphasenspannungen. Die durch die einzelnen Phasenverschiebungen beschriebene Synchronisation schwächt die Oberwellenanteile der Summenspannung gegenüber nicht auf die beschriebene Weise versetzten Polanordnungen ab.

Die erläuterten Effekte treten bei Hochpolmaschinen besonders vorteilhaft in Erscheinung, da hier feinere Polversätze des Eigenrastverhaltens stärker reduzieren und mehr Pole an den Phasenspannungen beteiligt sind. Hierzu zählen z.B. langsam laufende Maschinen, Maschinen mit großem Rotordurchmesser, wie z.B. Fahrmotoren und Servomotoren.

Bei den weiteren in den Fig. 4 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispielen sind gleiche oder gleichwirkende Teile mit der gleichen, jedoch mit dem Buchstaben a, b bzw. c versehenen Bezugszahl bezeichnet.

Bei dem in der Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel sind mit einem Läufer 1a verbundene Permanentmagnete 5a in Läuferbewegungsrichtung entsprechend dem Pfeil 3a aneinandergereiht, wobei sich einen magnetischen Nordpol und einen magnetischen Südpol bildende Permanentmagnetabschnitte abwechseln. Durch ein Polpaar wird ein einer vollständigen magnetischen Periode entsprechendes Läufermagnetfeld gebildet. Zwischen den einzelnen Permanentmagneten 2a sind Trennspalte vorgesehen, die schräg zur Bewegungsrichtung verlaufen und dabei abwechselnd im entgegengesetzten Winkel zur Bewegungsrichtung 3a geneigt sind. Den Permanentmagneten 2a stehen Statorpole 5a gegenüber, wobei auf jedes Läuferpolpaar ein Satz von drei Statorpolen 5a entfällt. Die Statorpole eines Satzes sind jeweils mit einer dreiphasigen Wechselspannung gespeist, wobei jeder Statorpol mit einer Wicklung für jeweils eine der drei Phasen versehen ist.

Durch den schrägen Verlauf der Trennspalte mit abwechselnd entgegengesetztem Neigungswinkel zur Bewegungsrichtung wird ebenfalls eine Verringerung des Selbsthaltungsmoments erreicht, indem sich zum Selbsthaltungsmoment beitragende, an den Läuferpolen ansetzende Kräfte ausmitteln.

Das Ausführungsbeispiel von Fig. 5 bzw. 6 unterscheidet sich von dem vorangehenden Ausführungsbeispiel dadurch, daß nicht mehrere Trennspalte zwischen Permanentmagneten gebildet sind, sondern ein einziger durchgehender Trennspalt 9 zwischen sich in einer Bewegungsrichtung 3b eines Läufers 1b erstreckenden Magnetkörpern 7 und 8 gebildet ist. Der Magnetkörper 7 dient zur Bildung magnetischer Südpole, während der Magnetkörper 8 zur Bildung magnetischer Nordpole vorgesehen ist. Der durchgehende Trennspalt hat einen sinusförmigen Verlauf.

In dem Ausführungsbeispiel von Fig. 7 ist der sinusförmige Trennspalt 9 durch einen trapezförmigen Trennspalt 9c ersetzt. Bei dem in den Fig. 5 bis 7 gezeigten Ausführungsbeispielen mit ununterbrochenem Trennspalt 9 treten im Unterschied zu der Anordnung von Fig. 4 keine durch die Unterbrechung des Trennspalts bedingten Unstetigkeiten auf. Durch Variation der Spaltposition quer zur Bewegungsrichtung kann bedingt durch die Addition der den Statorpol durchsetzenden, an den Läuferpolen erzeugten und vorzeichenbehafteten Feldanteile eine Veränderung des jeweils resultierenden, den Stator durchsetzenden Statorflusses ermöglicht werden. Damit

können durch einen geeigneten, periodischen Verlauf der Spaltposition in Abhängigkeit von der Läuferposition die gewünschten Kurvenformen für die Hilfsverläufe in den Statorpolen und somit die Funktionsverläufe der Phasenspeisungen eingestellt werden. Unabhängig hiervon können durch Variationen der Fläche der beiden Läuferpole, bedingt durch die Addition der zwischen Läufer- und Statorpolen herrschenden Feldbeträge, die an den Statorpolen angreifenden Kräfte in Abhängigkeit von der Läuferposition variiert werden, um das Eigenrastverhalten der Maschine zu beeinflussen. Spezielle Statorpolformen sind nicht erforderlich.

Sofern die Auslegung einen vollständig rastmomentfreien Betrieb erfordert, müssen bei beliebiger Positionierung des Läufers lediglich die aus der Sicht der Statoren aktiven Feldbeträge allgemein über einem feststehenden Intervall konstant bleiben. Die aktiven Flächenanteile der beiden Läuferpole eines Intervalls sind, als Auslegungsrichtlinie, etwa proportional zu den oben beschriebenen Feldanteilen. Durch das über die Bewegung stetige Konstanthalten der oben genannten Feldbeträge können auch die an den Statorpolen angreifenden Kräfte konstant gehalten werden, so daß ein Selbsthaltemoment völlig beseitigt werden kann.

Die Differenz der Flächenanteile bzw. die Summe der am Pol angreifenden Felder (gemäß Definition bildet der Nordpol den positiven Feldvektor und der Südpol den negativen Feldvektor) bestimmt dagegen den auch nach außen hin relevanten, residualen Fluß durch den gesamten betreffenden Statorpol; die Zeitableitung dieses Flusses ist dann z.B. der Spannung an der auf dem Pol befindlichen Wicklung proportional. Eine entsprechende Anordnung der Läuferpole und entsprechende Ausbildung des Spaltverlaufs in Abhängigkeit von der Läuferposition dient so der Erzeugung bestimmter Flußverläufe, die letztlich die gewünschten Strom- und Spannungsverläufe an den Phasen prägen.

Die beschriebenen Verhältnisse sind in Fig. 6 veranschaulicht. Ein bestimmter Teil der beiden durch die Läuferpole erzeugten Flüsse durchsetzt nur den Polkopf und wird dadurch hinsichtlich des Gesamtflusses durch den Pol kompensiert. Er hält dabei aber unabhängig von der Position des Läufers und somit des Trennspalts die am Pol angreifende Kraft stets aufrecht und konstant. Der nach der Kompensation verbleibende, dargestellte Gesamtfluß wird dagegen direkt von der Position des Trennspalts abhängig sein und z.B. in der Polwicklung wirksam werden. Diese Kriterien werden von einer Vielzahl von Läuferpolformen erfüllt. Im Falle einer einfachen und kostengünstigen Lösung werden bestimmte Kurvenverläufe nur angenähert. Zum Beispiel stellt der in Fig. 7 gezeigte Trennspalt eine Annäherung an den sinusförmigen Trennspalt gemäß

Fig. 4 dar. Es ist leicht zu erkennen, daß diese Lösung die übrigen Leistungsdaten der Maschine kaum beeinträchtigt, wohl aber das Selbsthaltemoment vollständig beseitigen kann.

Die durch den durchgehenden Trennspalt entstehenden Flußverluste sind meist wesentlich geringer als diejenigen, die durch die bekannten, oben beschriebenen Maßnahmen zur Reduzierung des Selbsthaltemoments, wie Schränkungen, Luftspaltvergrößerung usw., bewirkt werden.

Bei dem in Fig. 4 gezeigten Ausführungsbeispiel können durch die Unterbrechung des Trennspalts und dadurch bedingte Unstetigkeiten zwar noch geringe Rastmomente erzeugt werden, aber dafür können bei dieser Anordnung die maximal möglichen Leistungswerte der Maschine erreicht werden. Bei dem gezeigten Ausführungsbeispiel wären Symmetriebrüche im Statorkörper ohne die sonst üblichen, nachteiligen Auswirkungen auf das Maschinenverhalten möglich. Insbesondere Linearmaschinen weisen gegenüber Rotationsmaschinen eine endliche Statorlänge in Bewegungsrichtung auf und können so von der gebotenen Möglichkeit profitieren. Weitere mögliche Ausgestaltungen betreffen die Anordnung bestimmter Konstruktionselemente im freigebliebenen Bereich des Stators. Dazu zählen beispielsweise Bremsen, die direkt auf den Rotoraußendurchmesser wirken und demzufolge hohe Bremsmomente bei kleiner Betätigungskraft erzeugen können. Weitere Ausgestaltungen betreffen die Erfassung oder Beeinflussung des in diesem Raum vorhandenen, vom Statorfeld weitestgehend unbeeinflussten Läuferfeldes. Es können zusätzliche, vom Läuferfeld beeinflusste oder das Läuferfeld beeinflussende Bauteile in diesen Raum eingebracht werden. Vorteilhaft könnte dort eine Einrichtung zur Läuferpositionserfassung angeordnet werden, die magnetisch empfindliche Halbleiter, insbesondere Hallensoren, enthalten und auf diese Weise ohne eine eigene, spezielle Polanordnung auskommen kann.

Aber auch die Beeinflussung des Läuferfeldes kann Vorteile bringen, wobei diese Wirkung frequenzabhängig sein kann, wie bei einer Wirbelbremse, aber auch positionsabhängig und periodisch, wie bei zusätzlichen Magnetpolen der ferromagnetischen Teile, die durch entsprechende Ausgestaltung ein eigenes, dann gewünschtes Rastverhalten erzeugen können.

Auf diese Weise kann beispielsweise die in Fig. 4 gezeigte Polanordnung zugunsten maximalen Drehmoments genutzt werden, wobei mit einer geeigneten, das Läuferfeld beeinflussenden Konstruktion ein noch auftretendes geringes Haltemoment kompensiert werden kann.

Jede Phase beansprucht in den beschriebenen Maschinenausführungen nur einen einzigen Statorpol pro magnetischer Periode. Die vorzusehende Läuferpolbreite muß zur Erzeugung maximalen Flusses im Statorpol wenigstens ebenso breit sein. Da aber nur zwei Läuferpole zur Anwendung kommen, sind die Polbereiche entsprechend schmal. Dadurch wird der Einsatz von Magnetmaterial bei Permanentmagnetenmaschinen erheblich verringert. Durch die symmetrische Konstruktion, die die Phasen gleichmäßig auf die Maschine verteilt, ist die Empfindlichkeit gegenüber Toleranzen und die Geräuschentwicklung gering.

Da jeder Statorpol nur eine Wicklung trägt, können letztere bei Bedarf optimal vorgefertigt und anschließend einzeln aufgebracht werden.

Die einzelnen Statorpole sind kompakt ausgeführt, und die darauf befindlichen Wicklungen sind hinsichtlich der Windungslänge so kurz wie möglich vorgesehen, wobei der Wicklungskopf äußerst klein gehalten werden kann, so daß bei geringem Gewicht und kleiner Bauform der Wirkungsgrad der Maschine hoch ist.

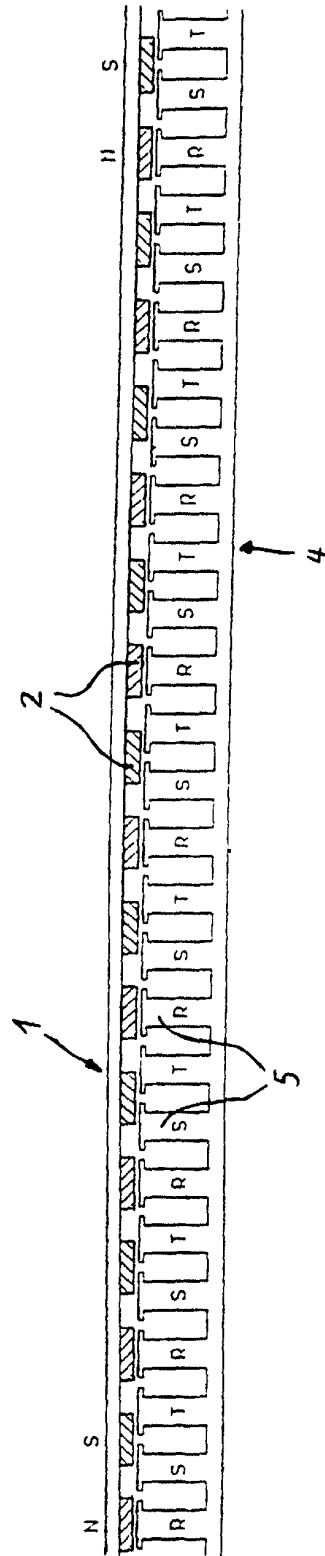
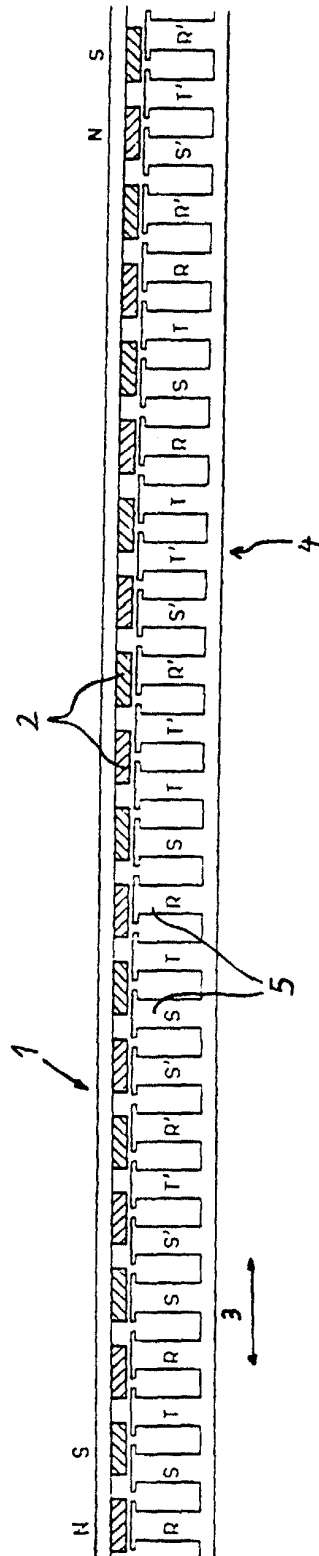
Die in den Fig. 1 und 3 gezeigte Maschine kann weiterhin durch bestimmte Ausgestaltungen der Läuferpole in ihren Betriebseigenschaften beeinflusst werden. Beispielsweise ist eine einfache Schränkung der Läuferpole möglich, um unter Beibehaltung der maximalen Leistungsdaten die elektrischen Verläufe der Speisung anzupassen und das Eigenrastmoment weiter zu verringern.

Patentansprüche:

1. Elektrische Maschine mit einer fremderregten Läuferanordnung (1) für die Erzeugung von in der Läuferbewegungsrichtung (3) aufeinanderfolgenden, jeweils ganzen magnetischen Perioden entsprechenden Magnetfeldern, und mit entlang der Läuferanordnung aufeinanderfolgend angeordneten Statorpolen (5), dadurch gekennzeichnet, daß auf eine magnetische Periode eine von einer ganzen Zahl abweichende Zahl von Statorpolen entfällt.
2. Maschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß ein durch die Abweichung bedingter, variierender Versatz zwischen den Magnetfeldperioden und den Statorpolen wenigstens teilweise durch eine entsprechend zeitversetzte Speisung der Statorpolwicklungen ausgeglichen ist.
3. Maschine nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß zur zeitversetzten Speisung Schaltungen zur Erzeugung weiterer Speisespannungsphasen aus einer mehrphasigen Speisespannung vorgesehen sind.
4. Maschine nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Schaltungen durch geeignete Verschaltung von Statorpolwicklungen gebildet sind.
5. Maschine nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß Stern- oder/und Dreiecksschaltungen umfassende Verschaltungen zur Erzeugung weiterer Phasen aus einer dreiphasigen Speisespannung vorgesehen sind.
6. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Läuferpole durch Permanentmagnete (2) gebildet sind.

7. Maschine nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
dadurch gekennzeichnet,
daß mehrere, jeweils die gleiche Zahl von Statorpolen (5) aufweisende und jeweils durch mehrere Phasen einer Speisespannung gespeiste Statorpolsätze vorgesehen sind.
8. Maschine nach Anspruch 7,
dadurch gekennzeichnet,
daß Statorpolsätze mit einer der Anzahl der Phasen einer Speisespannung entsprechenden Zahl von Statorpolen (5) vorgesehen sind.
9. Maschine nach Anspruch 7 oder 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß jeder Statorpol (5) eines Statorpolsatzes jeweils eine Wicklung für jeweils eine Speisespannungsphase aufweist.
10. Elektrische Maschine mit einer fremderregten Läuferanordnung (1) für die Erzeugung von in der Läuferbewegungsrichtung (3) aufeinanderfolgenden, jeweils einer ganzen magnetischen Periode entsprechenden Magnetfeldern, und mit entsprechend den Magnetfeldern aufeinanderfolgend angeordneten Statorpolen,
dadurch gekennzeichnet,
daß die aufeinanderfolgenden, jeweils einer ganzen magnetischen Periode entsprechenden Magnetfelder durch abwechselnd einen magnetischen Nord- und Südpol aufweisende Permanentmagnetabschnitte gebildet sind, wobei zwischen den Permanentmagnetabschnitten Trennspalte vorgesehen sind, die mit abwechselnd entgegengesetztem Neigungswinkel schräg zur Läuferbewegungsrichtung verlaufen.
11. Maschine nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Trennspalte Teile eines einzigen durchgehenden Trennspaltes (9) sind, durch den sich in Bewegungsrichtung erstreckende, die Permanentmagnetabschnitte enthaltende Magnetkörper (7,8) voneinander getrennt werden, von denen einer die Magnelemente für die Nordpole und der andere die Magnelemente für die Südpole umfaßt.

12. Maschine nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
daß der durchgehende Trennspace die Form einer Sinuskurve (9b) oder Trapezkurve (9c) aufweist.
13. Maschine nach einem der Ansprüche 10 bis 12,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Trennspace (6) bzw. der durchgehende Space (9) in der Spacebreite variieren.
14. Maschine nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß aus einer den aufeinanderfolgenden Magnetfeldern entsprechenden Reihe von Statorpolen unter Bildung eines elektrisch oder/und mechanisch unsymmetrischen Maschinenaufbaus ein oder mehrere Statorpole entfernt sind.



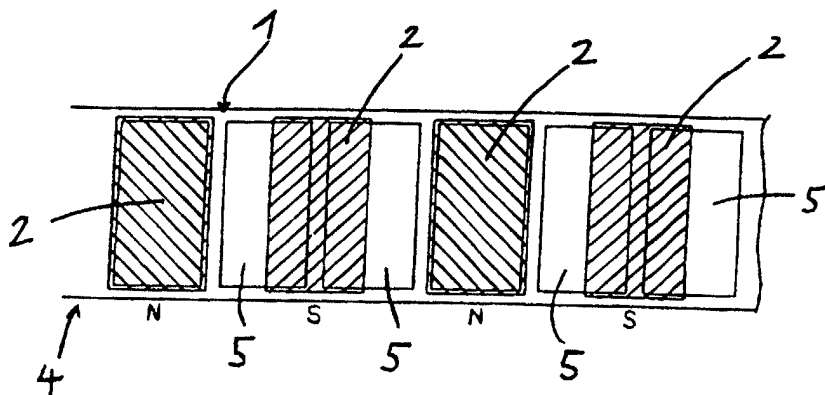


Fig. 3

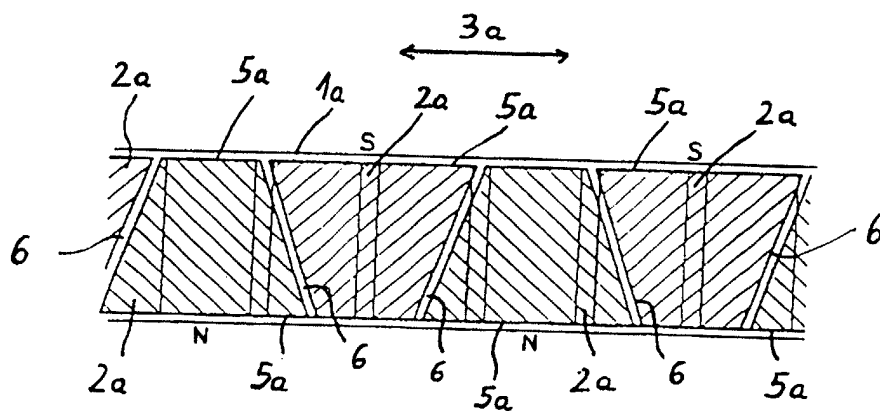


Fig. 4

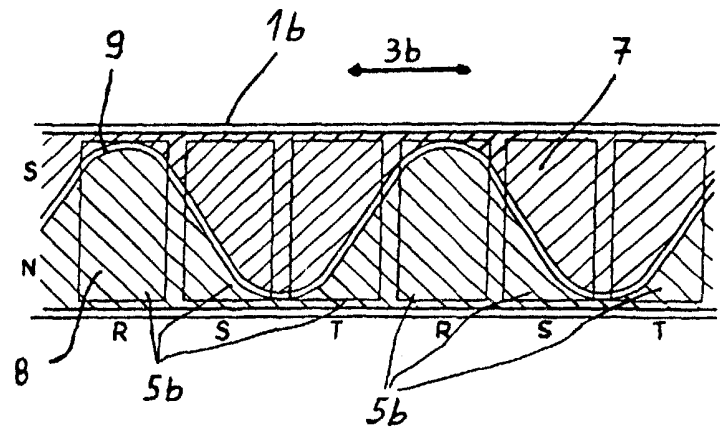


Fig. 5

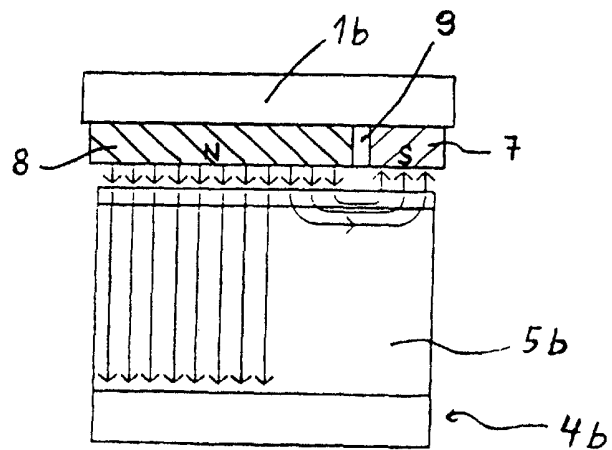


Fig. 6

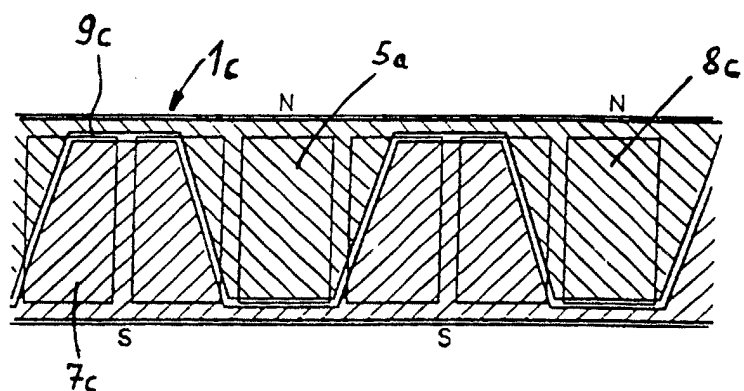


Fig. 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 96/00863

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 6 H02K41/03

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 H02K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	US,A,4 315 171 (SCHAEFFER ERNEST) 9 February 1982 see column 7, line 45 - column 8, line 47; figures 2,4,12,24 ---	1,2,4-7, 9 8
X	GB,A,2 057 778 (HEIDELBERG G) 1 April 1981 abstract see figure 1 ---	1,2,4,6
X	I.E.E.E., vol. MAG 23, no. 5, September 1987, NEW YORK, pages 2578-2580, XP002006204 K. HAYAFUNE; E. MASADA : "DYNAMICS OF THE PM TYPE LINEAR SYN. MOTOR FOR MAGN. LEVITATED CARRIER VEHICLE" see page 2579, left-hand column - page 2580, right-hand column; figures 1,6,7 --- -/--	1-4

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- "&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 June 1996

Date of mailing of the international search report

26.06.96

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Zoukas, E

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. Application No
PCT/EP 96/00863

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	FR,A,2 386 181 (HIGELIN MORAND) 27 October 1978	10
A	see figures 2,3,29 ---	11-13
X	FR,A,2 434 505 (HIGELIN M.) 21 March 1980	10
A	see figures 2,4,8,15,19 ---	11-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 268 (E-0939), 11 June 1990 & JP,A,02 083903 (ASAHI CHEM IND CO LTD), 26 March 1990, see abstract -----	12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Inter. Application No

PCT/EP 96/00863

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US-A-4315171	09-02-82	US-A- 4190779	26-02-80
GB-A-2057778	01-04-81	DE-A- 2933450	26-02-81
		JP-A- 56049675	06-05-81
FR-A-2386181	27-10-78	FR-A- 2434505	21-03-80
		FR-A- 2446028	01-08-80
FR-A-2434505	21-03-80	FR-A- 2386181	27-10-78
		FR-A- 2446028	01-08-80

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

INTERNATIONALL RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 96/00863

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 H02K41/03

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 H02K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US,A,4 315 171 (SCHAEFFER ERNEST) 9. Februar 1982	1,2,4-7, 9
A	siehe Spalte 7, Zeile 45 - Spalte 8, Zeile 47; Abbildungen 2,4,12,24	8
X	GB,A,2 057 778 (HEIDELBERG G) 1. April 1981 ZUSAMMENFASSUNG siehe Abbildung 1	1,2,4,6
X	I.E.E.E., Bd. MAG 23, Nr. 5, September 1987, NEW YORK, Seiten 2578-2580, XP002006204 K. HAYAFUNE; E. MASADA : "DYNAMICS OF THE PM TYPE LINEAR SYN. MOTOR FOR MAGN. LEVITATED CARRIER VEHICLE" siehe Seite 2579, linke Spalte - Seite 2580, rechte Spalte; Abbildungen 1,6,7	1-4
-/-		

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

* A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

* E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

* L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

* O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

* P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

* T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

* X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

* Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

* A* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

20. Juni 1996

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

26. 06. 96

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+ 31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Zoukas, E

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/EP 96/00863

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	FR,A,2 386 181 (HIGELIN MORAND) 27.Oktober 1978	10
A	siehe Abbildungen 2,3,29 ---	11-13
X	FR,A,2 434 505 (HIGELIN M.) 21.März 1980	10
A	siehe Abbildungen 2,4,8,15,19 ---	11-13
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 014, no. 268 (E-0939), 11.Juni 1990 & JP,A,02 083903 (ASAHI CHEM IND CO LTD), 26.März 1990, siehe Zusammenfassung -----	12

1

INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Inter. Internationales Aktenzeichen

PCT/EP 96/00863

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US-A-4315171	09-02-82	US-A- 4190779	26-02-80
GB-A-2057778	01-04-81	DE-A- 2933450	26-02-81
		JP-A- 56049675	06-05-81
FR-A-2386181	27-10-78	FR-A- 2434505	21-03-80
		FR-A- 2446028	01-08-80
FR-A-2434505	21-03-80	FR-A- 2386181	27-10-78
		FR-A- 2446028	01-08-80

Formblatt PCT/ISA/218 (Anhang Patentfamilie)(Juli 1992)